

Des essences artificielles de fraises contenaient jusqu'à 4420 mg (I) dans 100 g, le rapport (I):(II) se situait entre 1:0,2–0,7. Des „thés de fraises" fabriqués sans fraises et à arôme synthétique contenaient 17 à 64 mg (I), le rapport (I):(II) se situait entre 1:0,3 à 0,5. Dans des préparations contenant des fraises, mais à arôme synthétique, on a décelé de 0,01 à 7 mg (I) dans 100 g. Le rapport (I):(II) était décalé, éventuellement en raison d'une teneur naturelle de (II) dans une portion plus ou moins importante de fraises, au profit de (II) à 1:0,2 à 4,5, rapport cependant distant encore d'au moins une potence de dix de la teneur naturelle.

Literatur

- 1) Braun, G., E. Hieke: Dtsch. Lebensmittel-Rdsch., **73**, 273, 1977.
- 2) Tressl, R., F. Drawert, W. Heimann: Z. Naturforsch. **24b**, 1201, 1969.
- 3) Fenaroli's Handbook of Flavour Ingredients, The Chemical Rubber Co., Cleveland, Ohio, 1971.

- 4) Lists of volatile Compounds in Food, Central Institute for Nutrition and Food Research, Zeist, Netherlands, Supplement 1 to 6.
- 5) Burger, A. M.: Die natürlichen und künstlichen Aromen, 3. Aufl. (Dr. A. Hüthig-Verlag, Heidelberg, 1968).
- 6) Braun, G., E. Hieke: Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. **70**, 66 (1974).
- 7) Braun, G., E. Hieke: Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. **72**, 273 (1976).
- 8) Braun, G., E. Hieke: Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. **72**, 393 (1976).
- 9) Internationaler Riechstoff-Kodex, Dr. Alfred Hüthig-Verlag, Heidelberg 1968.
- 10) Aebi, H., E. Baumgartner, H. P. Fiedler, G. Ohloff: Kosmetika, Riechstoffe und Lebensmittelzusatzstoffe, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1978.
- 11) Schreier, P.: Dtsch. Lebensmittel-Rdsch., **74**, 321 (1978).
- 12) Gunner, S. W.: J. Assoc. Offic. Anal. Chemists **51**, 959 (1968).
- 13) Elmenhorst, H.: Beiträge zur Tabakforschung **6**, 70 (1971).
- 14) Herrmann, K.: Z. Lebensm.-Unters.-Forsch. **165**, 87 (1978).
- 15) Herrmann, K.: Z. Lebensm.-Unters.-Forsch. **165**, 151 (1978).
- 16) Goutam, M. P., R. M. Purohit: Parfümerie und Kosmetik **58**, 10 (1977).

Die Paranuß

Teil I: Herkunft, Gewinnung, chemische und physikalische Eigenschaften

Von H. K. Frank und L. Betancourt

Aus der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe

Einleitung

Die Paranuß (Brazil nut, Castanha-do-Pará) ist ein bedeutender Exportartikel der brasilianischen Provinzen Accre, Amazonas und Pará im Amazonasbecken sowie eines kleineren Teiles von Kolumbien, der in dieses Gebiet hineinreicht. Die Ausfuhr betrug im langjährigen Mittel zwischen 40 und 50 Tausend Tonnen, ging aber in den letzten Jahren um etwa 60 % zurück. Die Ursache für diesen Rückgang, der sich wirtschaftlich recht ungünstig auf die ganze Region auswirkte, ist das Vorkommen von Aflatoxinen in verdorbenen Nüssen, die äußerlich nicht als solche zu erkennen sind. 1975 wurde z. B. wegen überhöhter Aflatoxin-Werte Ware für 97 800 US Dollar von den USA zurückgewiesen und einige europäische Länder haben den Import aus dem gleichen Grund total gesperrt. In der Bundesrepublik Deutschland ging der Verkauf von ca. 6000 Tonnen im Jahr 1973 auf unter 2000 Tonnen zurück.

1977 hat einer der Autoren (F) im Rahmen eines Kooperationsvertrages zwischen der Bundesforschungsanstalt für Ernährung in Karlsruhe und dem Instituto de Tecnologia de Alimentos in Campinas S. P., der von der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) in Eschborn getragen wird, Ernte, Transport, Be- und Verarbeitung der Nüsse im Erzeugungsgebiet studiert.

Herkunft

Die Nüsse stammen von einem bis 40 m hohen Baum (*Bertholletia excelsa* Humb. et Bonpl., Fam. *Lecythidaceae*) im Primärwald des Amazonasbeckens von etwa 14° s. Br. bis 5° n. Br. Die schirmförmigen Kronen der Bäume überragen den Wald um viele Meter und sind,

wahrscheinlich wegen bestimmter Ansprüche an den Boden, sehr unregelmäßig über das Gebiet verteilt. Sie blühen im Dezember und benötigen zur Entwicklung der Früchte 14 bis 15 Monate. 80 bis 100 Jahre alte Bäume liefern, je nach Jahr, 250 bis 400 kg Nüsse (*Woodroof*¹⁾).

Die Frucht ist eine kugelige Deckelkapsel ($\leq \text{O } 10\text{--}15$ cm), die im reifen Zustand 0,8 bis 1,5 kg wiegt. Vor dem Abfallen der „Kugeln" schrumpft durch Austrocknung die Plazenta und zieht den Deckel in das Innere zurück, wodurch ein etwa 1 cm großes Loch gegenüber der Ansatzstelle entsteht (Abb. 1). Da die Früchte am Baum

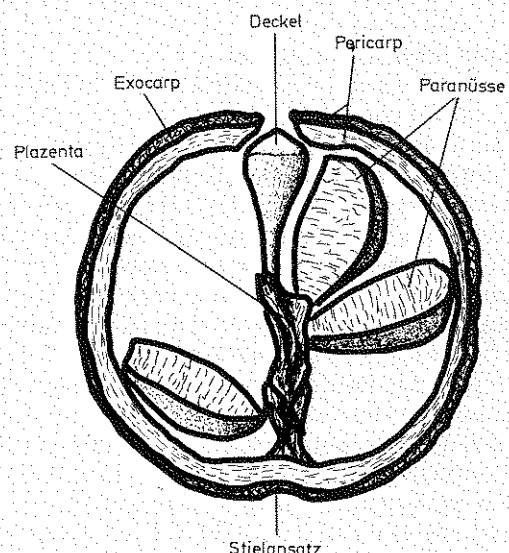


Abb. 1. Längsschnitt durch eine reife Frucht des Paranußbaumes.

schräg nach oben stehen, kann zu dieser Zeit bereits Wasser eindringen und Insekten können Pilzsporen im Innern verbreiten. Die 10 bis 20 Einzelsamen füllen den Innenraum der Kapsel, die aus einer sehr harten, ca. 0,5 cm starken Steinschale (Pericarp) und einem lockeren, eingetrockneten Exocarp besteht, vollkommen aus. Die Samen sind im botanischen Sinn keine Nüsse.

Die Masse, der zur Verarbeitung gelangenden „Kugeln“ wird im Urwald entlang der Flüsse – maximal ein bis zwei Tagmärsche vom Ufer entfernt – von dort wohnenden oder saisonal zuwandernden „Castanheiros“ gesammelt. Bei windigem und regnerischem Wetter werden die Früchte aufgeschlagen; an solchen Tagen ist das Sammeln der abfallenden Kugeln zu gefährlich. Die Samen werden ungeschützt zwischengelagert und nach einigen Tagen in großen Netzen zu den Sammelstellen am Ufer gebracht. Die Transportkähne und weiter flußab Transportschiffe bis zu 400 BRT sind meist überdacht, aber selten dicht. Die Temperatur in den Schiffen beträgt beim Anlanden in Manaus oder Belém nach eigenen Messungen 35 bis 40°C bei über 95% RF.

Be- und Verarbeitung

Die Transportzeit auf dem Wasserwege schwankt zwischen einigen Tagen und drei Wochen (P. Möller, Belém; pers. Mitt.). Die feuchten oder auch nassen Nüsse werden in Körben oder per Förderband in Lagerhallen oder auf Lkw gebracht. Die Hallen sind trocken und fast in allen Fällen sauber. Hier bleiben sie Wochen oder auch Monate bei 27 bis 33°C liegen. Schimmelschäden können hier, wie auch während des Transportes, nicht ausgeschlossen werden, wenn nicht durch Umschaukeln für eine oberflächliche Abtrocknung der Ware Sorge getragen wird.

Aus den Lagerhallen gelangen die Nüsse auf Schüttelrutschen, die mit verschiedenen kalibrierten Lochblechen belegt sind. Sie werden nach Größen sortiert und von Schmutz und Holzmehl (natürlicher Bestandteil der Früchte) befreit; per Hand werden angebrochene und verfärbte Stücke ausgelesen. Taube Samen werden hydropneumatisch entfernt. Nach Zwischenstapelung wird in langsam rotierenden Trockenöfen oder auf Horden in Trockenräumen bei anfänglich 43°C, am Ende des Prozesses bei 60 bis 65°C von 16 bis 17% auf 10 bis 12% Wassergehalt heruntergetrocknet.

Die trockene Ware wird in Jutesäcke abgefüllt oder lose in Überseeschiffe eingebunkert.

Ein Teil der Nüsse wird in den gleichen Betrieben geknackt und als geschälte Ware exportiert. Zum Schälen werden frische Nüsse oder getrocknete ca. 24 h in Wasser eingeweicht, etwa zehn Minuten lang mit strömendem Heißdampf behandelt und in die Knackräume gebracht. Mit festmontierten eisernen Hebelgeräten werden die Schalen per Hand abgesprengt. Von einer Frau können täglich 18 bis 30 kg Nußkerne bei Akkordarbeit abgeliefert werden. Diese Tätigkeit sicherte 1977 etwa 8000 Arbeitsplätze für 6 bis 8 Monate.

Die geschälten Kerne werden visuell sorgfältig ausgelesen, nach Größen mechanisch sortiert, evtl. bei Bedarf nachgetrocknet und z. T. nochmals handverlesen. Sie werden in Plastiksäcke, die in Wellkartons eingepaßt sind oder in Blechkanister verpackt. Vor dem Verschweißen bzw. Verschließen wird mit CO₂ die Luft aus den Behäl-

tern „ausgespült“. Da die Blechkanister meist nicht luftdicht verschlossen werden können, ist die an sich sinnvolle Schutzgasfüllung zwecklos. Verdorbene, verpilzte oder verfärbte Kerne werden beim Knacken bereits verworfen und beim Verlesen werden noch solche mit kleinen Schäden entfernt. Der Abfall wird meist ausgepreßt. Das Öl wird mit schlechtem Palmöl zusammen zur Herstellung von Kernseife verwendet. Die Preßkuchen wurden verfüttert und führten gelegentlich zu Vergiftungen bei Hühnern; sie werden deshalb jetzt als Dünger an den Gemüseanbau abgegeben.

Chemische Zusammensetzung

Fett: 64 bis 67%; Eiweiß: 14%; Kohlenhydrate: 8,4%; Fasergehalt: 3,5%; Asche: 3,2% (Sudam und Ital²). Untersuchungen in unserem Hause ergaben die in Tab. 1 wiedergegebenen Werte. Unterschiede zwischen den „angebauten“ Nüssen aus einer Plantage, die 1930 angelegt worden war und den wild gesammelten sind nicht auffällig. Die Erträge in dieser Plantage sind, wie auch in den anderen bei Belém, minimal, obwohl die Bäume ausreichend blühen. Für die menschliche Ernährung wichtige Aminosäuren sind in Tab. 2 als Mittelwerte aus 8

Tab. 1. Einige ernährungsphysiologisch interessante Inhaltsstoffe von Paranaußkernen verschiedener Herkunft in 1 kg eßbarem Anteil (Wedler, pers. Mitt.).

| | Herkunft | |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | Plantage Aleixo (frisch) | Wildsammlung (getrocknet) |
| Trockensubstanz (g) | 965,3 | 976,7 |
| Gesamt-N (g) | 25,2 | 25,5 |
| Eiweiß-N (g) | 21,0 | 21,3 |
| Gesamt-Zucker (g) | 22,6 | 23,9 |
| Monosaccharide (g) | 3,3 | 0,7 |
| Disaccharide (g) | 19,3 | 23,2 |
| titrierb. Gesamtsäure (mval) | 48,8 | 39,3 |
| Vitamin C (mg) | 7 | 0 |
| Vitamin B ₁ (µg) | | 6040 |
| Vitamin B ₂ (µg) | | 1190 |
| Fett (g) | 701,1 | 839 |
| Rohfaser (g) | 41,9 | 68,5 |
| Rohasche (g) | 35,3 | 33,7 |

Tab. 2. Ernährungsphysiologisch wichtige Aminosäuren in getrockneten Paranaußkernen nach Sudam².

| Aminosäure | mg/kg | %* |
|--------------|-------|------|
| Lysin | 4313 | 3,39 |
| Threonin | 3263 | 2,57 |
| Valin | 4888 | 3,85 |
| Methionin | 4088 | 3,22 |
| Leucin | 9250 | 7,28 |
| Isoleucin | 3450 | 2,71 |
| Phenylalanin | 4385 | 3,44 |
| Tryptophan | 1400 | 1,10 |

* % des Proteinanteils

verschiedenen Chargen aus Wildsammlung zusammengestellt. Der „Nährwert“ in KJ von zwei Nüssen entspricht etwa dem von einem Ei.

Wie groß die Streuung bei Mineralstoffen in Abhängigkeit vom Standort der Bäume sein kann zeigt Tab. 3, wobei besonders der Unterschied zwischen Wildsammlung (drei verschiedene Herkünfte) und Nüssen aus einer Plantage beim Gehalt an Ba, Co, Cs und bis zu einem gewissen Grad auch Rb auffällt. Es ist erstaunlich, daß Barium in etwa der gleichen Menge wie Calcium (Tab. 4) gefunden wird. *Diehl*³⁾ weist darauf hin, daß parallel zu der Anreicherung von Ba in Paranüssen auch das chemisch verwandte Radium gespeichert wird; es wurden ²²⁶Ra-Gehalte bis zu 3000 pCi pro kg gefunden. Fallout-Plutonium ²³⁸Pu und die spektrometrisch nicht trennbaren ²³⁹Pu und ²⁴⁰Pu, das nicht über die Wurzeln

in die Samen gelangen kann, war nicht nachweisbar (*Frindik*, pers. Mitt.).

Caesium 137, das durch die Kernwaffenversuche über die ganze Erde verbreitet wurde und jetzt im Boden mehr oder weniger stark festgehalten wird, zeigte bei gamma-spektrometrischer Messung der Asche (450_D C; 2h) des eßbaren Anteiles einer Frucht und von Blättern aus der Plantage bei Aleixo erstaunlich hohe Werte. Leider stand für diese Messung nur eine Frucht aus der Plantage zur Verfügung, so daß der Wert in Tab. 5 mit einer gewissen Zurückhaltung zu beurteilen ist. Drei Mischproben aus Wildsammlung und Preßkuchen von wild gesammelten Nüssen finden sich im gleichen Bereich wie pflanzliches Material in Deutschland. Eine mögliche Ursache für diese Unterschiede kann man in dem lehmigen Boden der Plantage und den völlig anders gearteten Böden im Primärwald sehen. Der Gehalt an durch Neutronenaktivierungsanalyse bestimmtem (nichtradioaktivem) Caesium ist bei Nußkernen aus dem Urwald (6fach höher als bei Kernen aus der Plantage. Wenn auch die geringe Probenzahl eine Interpretation dieser Ergebnisse nur mit Vorbehalten zuläßt, so liegt doch nahe, die umgekehrte Relation von a) niedrigem Cs-Gehalt zu hohem ¹³⁷Cs-Gehalt in der Plantage und b) hohem Cs-Gehalt zu niedrigem ¹³⁷Cs-Gehalt im Urwaldprodukt mit konkurrierendem Ionentransport in die Pflanzenwurzel zu erklären.

Tab. 3. Einige Spurenelemente in Paranüssen aus der Plantage Aleixo bei Manaus und von wild gesammelten Paranüssen (Langzeit-Neutronenaktivierungsanalyse) in mg/kg Frischgewicht nach *Schelenz* (pers. Mitt.).

| | Plantage Aleixo | | Urwald | |
|----------|-----------------|-------|--------|-------|
| | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| Barium | 82,70 | 2920 | 1800 | 1670 |
| Caesium | 0,76 | 5,34 | 4,07 | 3,50 |
| Chrom | 1,05 | 1,38 | 1,15 | 1,04 |
| Cobalt | 0,03 | 1,68 | 0,37 | 0,86 |
| Eisen | 31,4 | 47,3 | 62,6 | 37,5 |
| Rubidium | 55,2 | 148 | 168 | 98,7 |
| Zink | 40,4 | 71,6 | 47,5 | 45,2 |

Tab. 4. Mineralbestandteile in mg/kg getrocknete Paranußkerne nach *Sudam*²⁾.

| | |
|-----------|------|
| Calcium | 1811 |
| Kalium | 7224 |
| Magnesium | 2287 |
| Eisen | 34 |
| Mangan | 14 |
| Kupfer | 13 |
| Phosphor | 5880 |

Tab. 5. Caesium 137 Gehalt von Paranüssen der Ernte 1977 (*Schelenz*, pers. Mitt.).

| Material | Herkunft | ¹³⁷ Cs pCi/g Asche | pCi/kg Material |
|--|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Nußkerne (frisch) | Plantage Aleixo b. Manaus | 31 | 1052 |
| getrocknete Blätter des Paranußbaumes | Plantage Aleixo b. Manaus | 7,8 | 370 |
| Nußkerne (getrocknet) | Urwald Mischproben, Manaus | 5,3 1,7 1,2 | 176 44 20 |
| Preßkuchen | Urwald Mischprobe, Belém | 1,4 | 68 |

Physikalische Eigenschaften

Da dem Wassergehalt der Kerne und speziell dem nicht gebundenen Wasser für die Entwicklung von Pilzen eine besondere Bedeutung zukommt, wurde diesem Bereich eine gewisse Beachtung geschenkt.

Ein hygroskopisches Material wie die Paranüsse, nimmt Wasser auf (Adsorption) oder gibt es ab (Desorption), bis sich ein Gleichgewicht je nach relativer Feuchtigkeit der Umgebung einstellt, d. h. bis der Wasserdampfdruck im Inneren des Gutes dem der Atmosphäre gleich ist. Den Zusammenhang zwischen relativer Feuchtigkeit (RF) der Umgebung und dem Wassergehalt des Gutes bei konstanter Temperatur geben die Sorptionsisothermen wieder (Abb. 2). Aus der Steilheit der Kurve läßt sich die Größe der Wasseraufnahmefähigkeit entnehmen und, was wichtig für den Verderb ist, welcher Wassergehalt sich bei bestimmten Bedingungen einstellt. Die ganze Nuß verhält sich aber anders als Schale und Kern getrennt, denn das Verhältnis Wasser zu Fett ist bei der Schale bedeutend größer als im Kern. So sind getrocknete Nüsse mit 10 % Wassergehalt im Gleichgewicht mit der Umgebung bei 25_D C und etwa 70 % RF²⁾.

Die Sorptionsisothermen machen keine Aussage über die Zeit, die bis zum Einstellen des Gleichgewichtes notwendig ist. *Yokaya et al.*⁵⁾ haben den Wassergehalt von Kernen über längere Zeit während der Lagerung ganzer Nüsse in der Schale bei sechs verschiedenen relativen Feuchtigkeiten und 26 bis 28_D C verfolgt (Abb. 3). Frisch gesammelte Nüsse sind zwischen 80 und 88 % RF gewichtskonstant, bei 70 % trocknen sie noch etwas aus. In den USA werden die Nüsse in den Anlandehäfen daher bei 65 bis 70 % RF und 1 bis 7_D C gelagert. Die tiefe Temperatur wählte man um Geschmacksveränderungen durch Fettsäurespaltung bzw. -Oxydation möglichst gering zu halten.

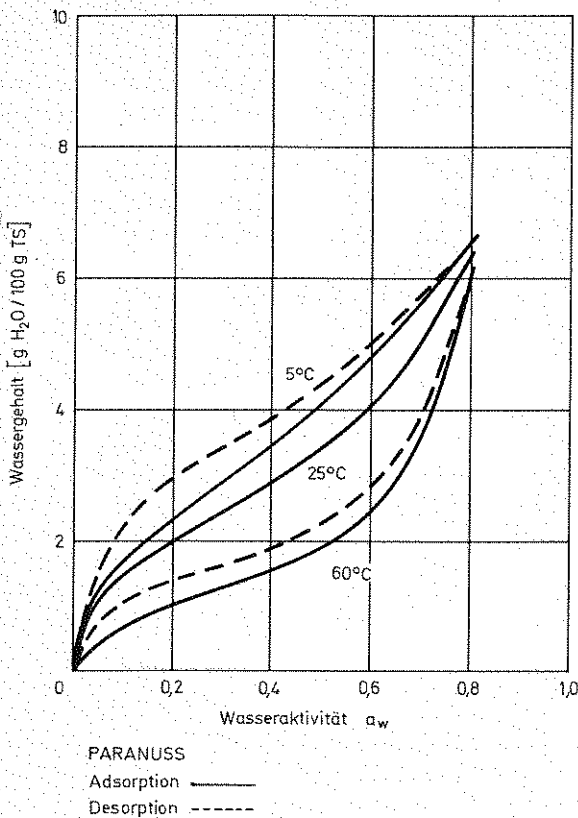


Abb. 2. Sorptionsisothermen von gemahlten Paranußkernen nach Wolf et al. ⁴⁾.

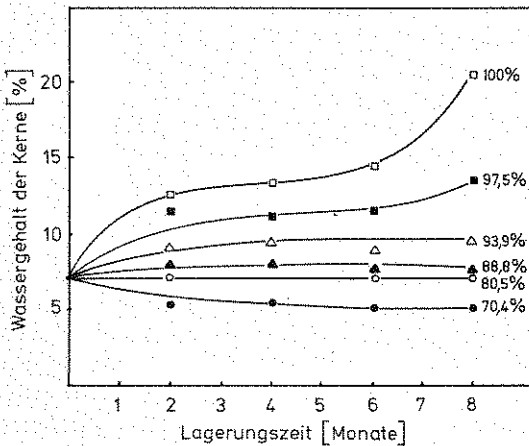


Abb. 3. Wassergehalt von Paranußkernen in der Schale bei Lagerung in verschiedenen rel. Luftfeuchtigkeiten bei Zimmertemperatur nach Yokoya et al. ⁵⁾.

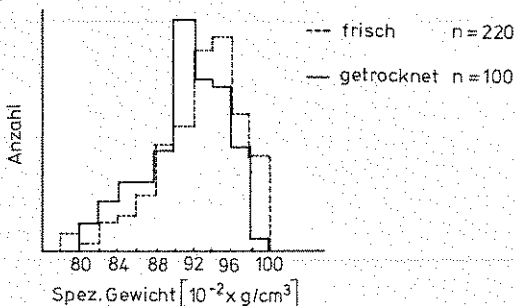


Abb. 4. Verteilung des spezifischen Gewichtes von frischen und getrockneten Paranüssen in der Schale.

Verteilung des Wassers in der Nuß

Steinschale, Samenschale (Testa) und Kern haben aufgrund ihrer unterschiedlichen Zusammensetzung bei einer konstanten Luftfeuchte verschiedene Wassergehalte. Eine Pauschalangabe, wonach eine frische Paranuß etwa 16 % Wasser enthält und zur Vermeidung von mikrobiellem Verderb auf etwa 10 % heruntergetrocknet werden muß, ist leicht mißverständlich. Die Feststellung des Wassergehaltes geschieht in den Trocknungsbetrieben meist durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit des Kernes. Dabei liefert nur der fettfreie Anteil einen Meßwert, da der Wassergehalt und damit die Leitfähigkeit des Öles praktisch Null ist.

Exportbereite frische Nüsse mit Schale haben im Kern etwa 4,4 % Wasser, was einem Wasseranteil in der fettfreien Substanz von etwa 12,6 % entspricht. Nach dem Trocknen sinkt der Wassergehalt der fettfreien Substanz auf etwa 11 %, was 3,9 % für den ganzen Kern und 10 % für die ganze Nuß entspricht. Beim Trocknen gibt also die Steinschale, die rund 50 % des Gewichts ausmacht, das meiste Wasser ab.

In der Schale verdorbene Nüsse

In frisch gesammelten Deckelkapseln findet man bereits von Pilzen oder Bakterien verdorbene Samen, deren Anteil nach eigenen Beobachtungen bis zu 8 % erreichen kann; etwa genauso hoch liegt der Prozentsatz der „tauben“ Nüsse, die vielfach durch Flotation bereits in den Sammelstellen vor dem Verschiffen nach Manaus bzw. Belém entfernt werden.

Bei den Annahmestellen der Verarbeitungsbetriebe werden 8 % schlechte Nüsse toleriert; was darüber liegt, gibt Abzüge im Preis. Eine Abmachung zwischen brasilianischen Exporteuren und deutschen Importeuren besagt, daß Naturware (frisch) nicht mehr als 10 % schlechte Nüsse enthalten darf, getrocknete Ware nicht mehr als 7 %. Taube Nüsse gelten dabei als schlechte. Der Wassergehalt von getrockneten Nüssen muß mindestens 11 % und darf maximal 13 % betragen. Die Ware muß ab Manaus oder Belém direkt verschifft werden und das Umladen loser Ware ist nicht gestattet. Aus diesem Grunde erschien es wichtig, eine einfache Methode zu finden, verdorbene von gesunden Nüssen zu unterscheiden.

Das spezifische Gewicht erwies sich zunächst als erfolgversprechender Weg. Wir stellten fest, daß frische Nüsse ein mittleres spezifisches Gewicht von 0,88 g/cm³ und getrocknete 0,9 g/cm³ haben. Die Verteilung der spez. Gewichte ist nicht gleichmäßig, wie Abb. 4 zeigt. Beim Öffnen der spezifisch leichten Nüsse mußten wir feststellen, daß hier keineswegs gehäuft fehlerhafte Kerne vorkamen. Röntgenaufnahmen mit einem Behandlungsgerät (43 kW, 1 sec.) ergaben bessere Resultate. Das als Nährstoffspeicher ausgebildete Hypokotyl, frisch wie auch getrocknet, weist nicht selten Hohlräume auf, zwischen Schale und Kern können Hohlräume sein und es gibt völlig gesunde „Kleinkerne“, die die Schale nicht ausfüllen. Hohle Nüsse und solche mit holzigen, kleinen Inhaltskörpern waren ebenfalls gut zu erkennen. Dies erklärte die ungleiche Verteilung der spezifischen Gewichte. Für die Praxis ist dieser Weg aber zu aufwendig und zu umständlich. Ein radiometrisches Verfahren, wie es zur Kontrolle der Entsteinung von Kirschen vorgeschlagen

wurde⁶⁾, könnte sich für diesen Zweck vielleicht eignen. Untersuchungen dieser Art erschienen notwendig, da in der Praxis der Lebensmittelüberwachung vielfach Nüsse in der Schale als ganzes vermahlen und analysiert werden, was bei Paranüssen zwangsläufig zu hohen Beanstandungsquoten führt.

In Teil 2 wird über den Verderb und die Aflatoxinbildung in Paranüssen berichtet werden.

Zusammenfassung

Es wird über die Herkunft der Paranüsse berichtet, über den Transport zu den verarbeitenden Betrieben in Manaus und Belém (Brasilien), über die Trocknung der ganzen Nüsse und die Behandlung der von der Schale befreiten Kerne sowie deren Verpackung. Die chemische Zusammensetzung zeigt bei wild gesammelten Nüssen und solchen, die aus einer Plantage bei Manaus stammen, vor allem bei Ba und ¹³⁷Cs erhebliche Unterschiede. Aufgrund des Adsorptionsverhaltens der Kerne muß die Lagerung getrockneter Nüsse bei weniger als 75 % RF erfolgen. Das spezifische Gewicht eignet sich nicht als Parameter zum Auffinden von Kernen, die bereits in der Schale verdorben sind, da häufig Hohlräume im Kern oder zwischen Schale und Kern vorkommen.

Summary

The authors report upon the origin of the Brazil nuts, transportation to the processing plants in Manaus and Belém (Brazil), drying of the whole nuts and treatment and packaging of the shelled kernels. The chemical composition of wild grown nuts and nuts from a farm near Manaus shows considerable differences mainly regarding Ba and ¹³⁷Cs. Due to the adsorption behaviour of the kernels, the dried nuts must be stored at less than 75 % r. h. The specific weight is not a suitable parameter to identify kernels spoilt already in the shell, because cavities in the kernel or between shell and kernel are frequent.

Résumé

On rend compte de la provenance des noix du Brésil, de leur transport vers les entreprises de traitement à Manaus et Belém (Brésil), du séchage des noix entières et du traitement des

amandes libérées de leur coque ainsi que de leur emballage. La composition chimique montre des différences importantes entre les noix cueillies à l'état sauvage et celles provenant d'une plantation près de Manaus, surtout en ce qui concerne Ba et ¹³⁷Cs. En raison du comportement des graines à l'absorption, il faut que le stockage des noix séchées soit effectué à moins de 75 % d'humidité relative. Le poids spécifique ne peut pas servir de paramètre pour détecter des graines déjà gâtées dans leur coque, car il y a souvent des vides dans la graine ou entre coque et graine.

Literatur

- 1) Woodroff, J. G.: Tree Nuts; Production, Processing, Products. Vol. 1. AVI Publishing Corp., Inc., Westport, 1967.
- 2) Rehm, S. und G. Esprig: Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen. E. Ulmer, Stuttgart, 1976.
- 3) Sudam: Estudos e pesquisas sobre a castanha do Pará. Belém 1976 Ital. Relatoria parcial dos estudos realizados sobre a castanha-do-Pará. Campinas, S. P. 1970.
- 4) Berg, H. W., J. F. Diehl und H. Frank: Rückstände und Verunreinigungen in Lebensmitteln. Steinkopff-Verl., Darmstadt, 1978.
- 5) Wolf, W., W. E. L. Spieß und G. Jung: Lebensm.-Wiss. u. Technol. 6, 94-96 (1973).
- 6) Yokoya, F., A. J. Antunes e B. A. Jordão. Rev. Brasil. Tecnol. 1, 17-21 (1970) und 2, 117-220 (1971).
- 6) Frank, A.: Gordian 74, 294 (1974).

Danksagung

Für analytische Hilfe danken wir Frau Dr. A. Wedler, den Herren O. Frindik und R. Schelenz, für technische Mitarbeit Frau R. Beck, Frau I. Lang und Herrn E. Zapf. Wertvolle Unterstützung gewährten in Manaus Herr Honorarkonsul G. Lindenberg und Herr Dr. K.-W. Seeschaaf; in Belém Herr Peter Möller. Bei botanischen Fragen war Frau Prof. I. Roth, Caracas, sehr hilfreich.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. H. K. Frank
Dipl.-Ing. L. Betancourt
Bundesforschungsanstalt für Ernährung
Institut für Biologie
Engesser Straße 20
7500 Karlsruhe 1

Die Kinetik der Hydrolyse von Epichlorhydrin in verdünnten wässrigen Lösungen

Von O. Piringer

Fraunhofer-Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung,
Schragenhofstraße 35, D-8000 München 50

1. Einleitung

Epoxide sind wegen ihrer starken Ringspannung sehr reaktionsfähige Substanzen. In wässrigen Lösungen reagieren sie folglich bei jedem pH-Wert mit nucleophilen Reagenzien unter Öffnung des Ringes. Die Kinetik dieser Reaktionen wurde schon vor 50 Jahren von Brönsted gemessen¹⁾ und war seither Ziel zahlreicher Untersuchungen²⁻⁹⁾.

In Lebensmittelverpackungen, die mit Epoxidlacken beschichtet wurden, kann beim Vorhandensein eines event.

Restgehaltes von Epichlorhydrin die Möglichkeit einer Migration dieses Restmonomeren in Lebensmittel nicht ausgeschlossen werden. Im Zusammenhang mit seiner begrenzten Stabilität einerseits und seiner carcinogenen Eigenschaft andererseits, sind daher Stabilitätsuntersuchungen von Epichlorhydrin in wasserhaltigen Prüflbensmitteln im ppm-Bereich auch gegenwärtig von Interesse.

Die Hydrolyse des Epoxidrings verläuft nach einem S_N2-Mechanismus. In alkalinem und neutralem Medium